



Variabilidad en los niveles foliares, raquis y parámetros de crecimiento en cultivos de palma híbrida y ténera de alto rendimiento

Libardo Santacruz Arciniegas
Gustavo Rosero Estupiñán

Condiciones climáticas

Precipitación:

2589 mm anual, 538 máximo y 0 mm mínimo

Temperatura:

26,40°C media anual, máxima 29 y mínimo 24.3°C

Evaporación:

Máxima 170 y Mínimo 71 mm/mes.

Luminosidad:

1.855 horas sol año.
232,8 máximo y 73 mínimo.

Humedad relativa:

81% promedio. 90% máximo y 64% mínimo

Barranca de Upía (Norte del Meta)

190 m.s.n.m. 4° 29' latitud norte y 72°57' longitud oeste,



Antecedentes

Justificación

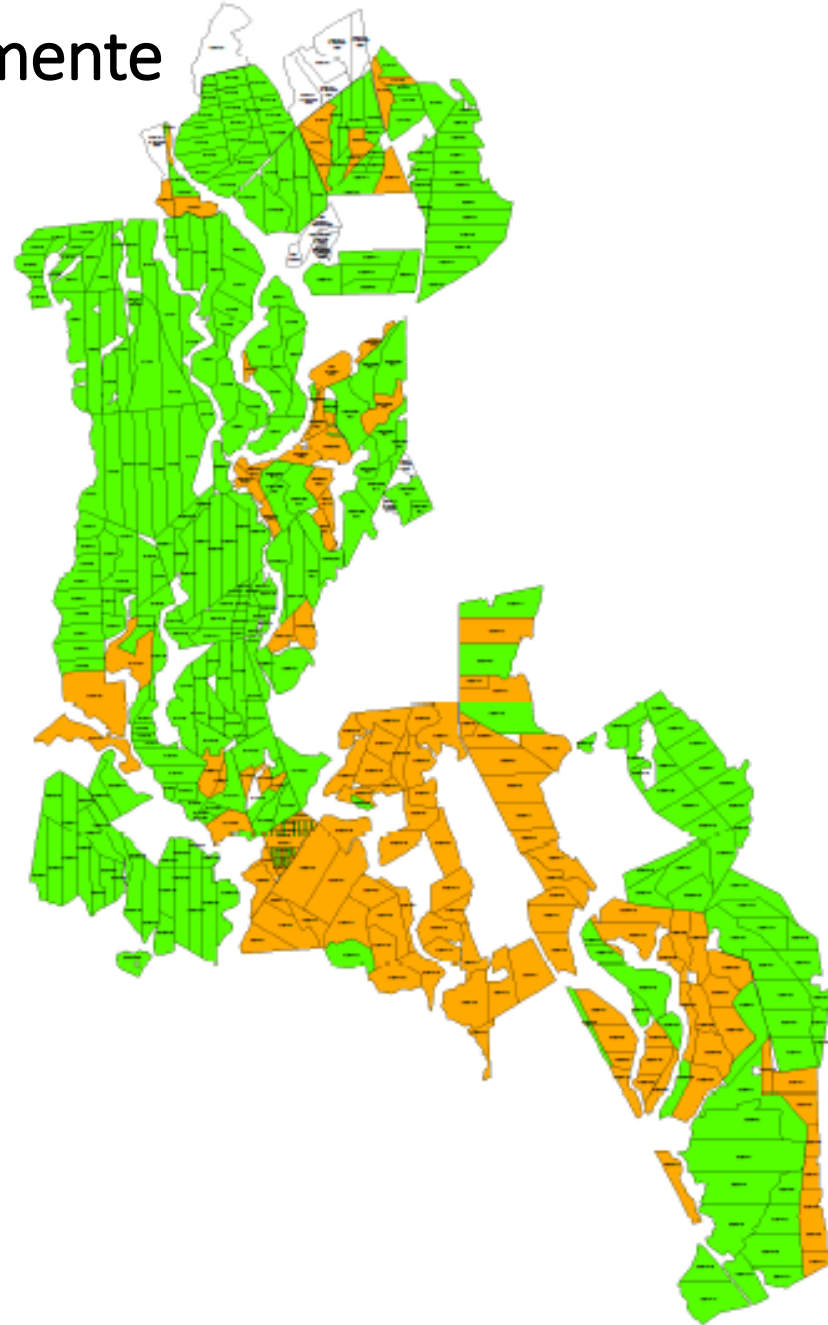
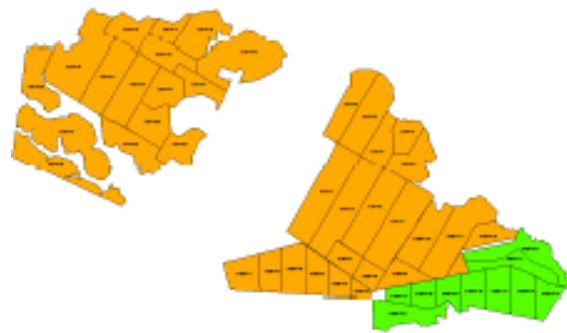
Metodologías

Resultados

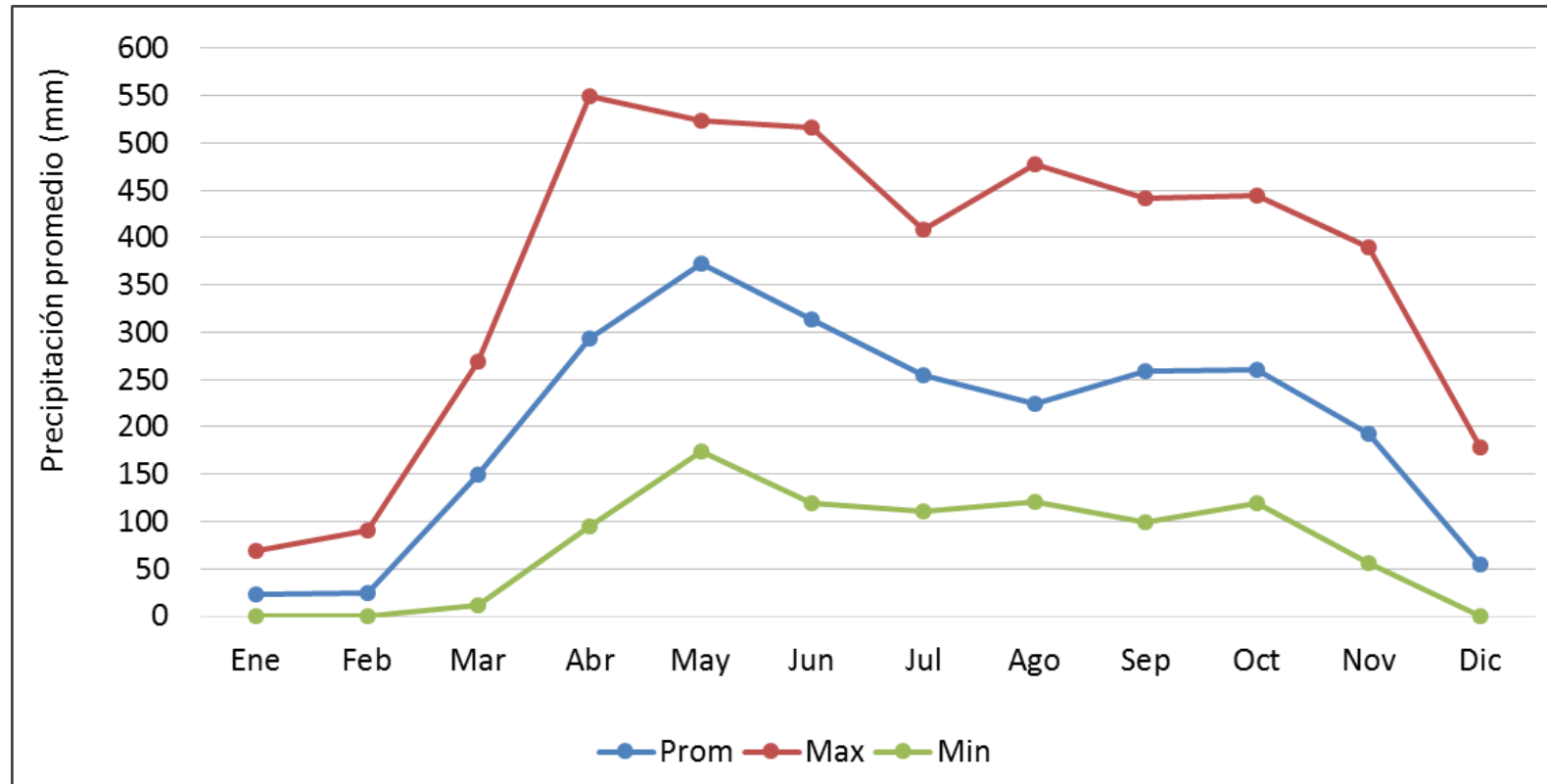
Apreciaciones

Cultivares sembrados actualmente

Cultivar	Siembra	
	Has	Palmas
DxP	5.737	816.382
OxG	3.599	430.461
TOTAL	9.336	1.246.843

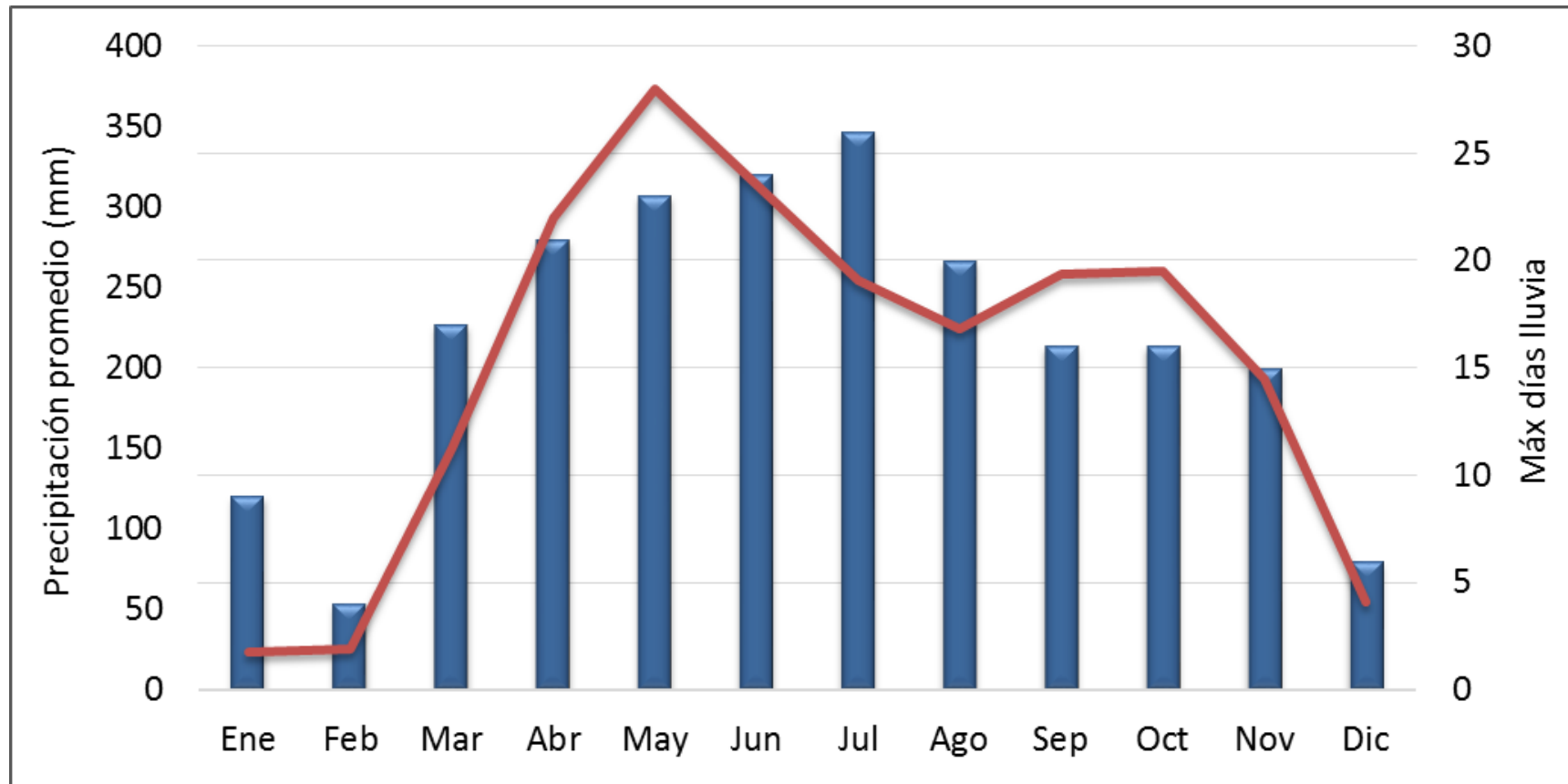


Variación de la precipitación promedio mensual periodo (2000 a 2018)



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Max	69,0	91,0	269,0	550,0	524,0	517,0	409,0	478,0	441,0	444,0	390,0	179,0
Prom	23,5	25,2	149,6	292,9	372,9	314,1	254,8	224,2	258,3	259,8	193,4	54,4
Min	0,0	0,0	12,0	95,0	174,0	119,0	111,0	121,0	99,0	119,0	56,0	0,0

Precipitación promedio mensual y días lluvia (2000 a 2018)



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Max	69,0	91,0	269,0	550,0	524,0	517,0	409,0	478,0	441,0	444,0	390,0	179,0
Prom	23,5	25,2	149,6	292,9	372,9	314,1	254,8	224,2	258,3	259,8	193,4	54,4
Min	0,0	0,0	12,0	95,0	174,0	119,0	111,0	121,0	99,0	119,0	56,0	0,0



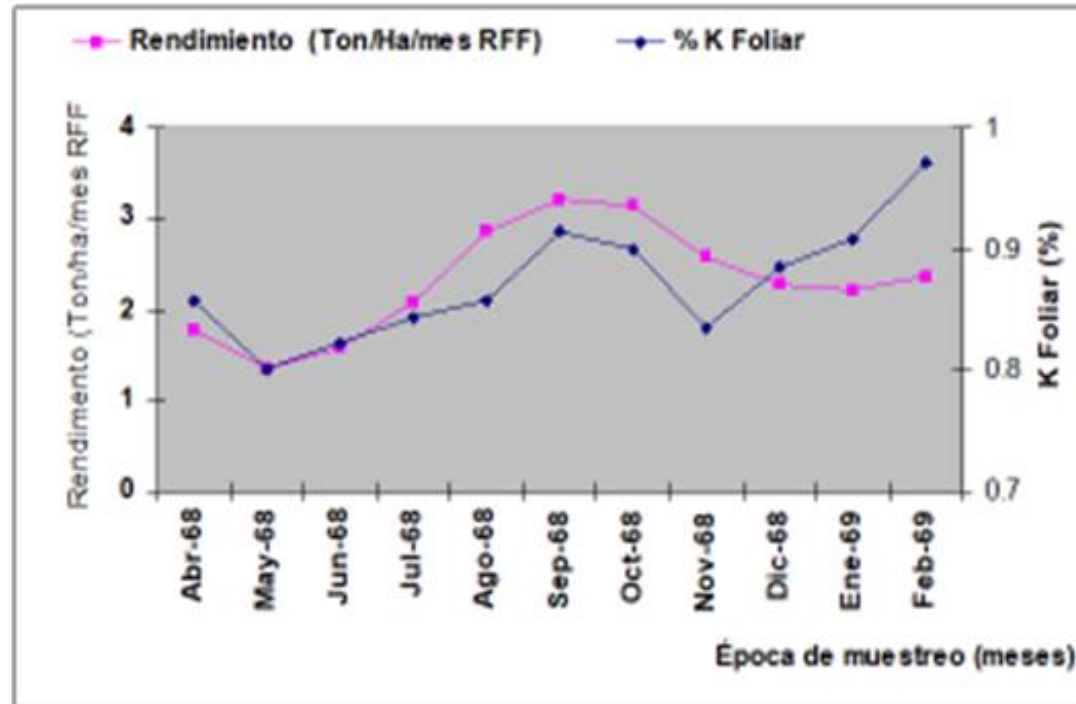
Propiedades químicas y físicas de los suelos de Guaicaramo

	<i>Proporción de partículas (%)</i>			<i>und</i>	<i>(%)</i>		<i>Cationes cambiabiles cmol(+)/kg</i>				
	<i>Arcilla</i>	<i>Arena</i>	<i>Limo</i>	<i>pH</i>	<i>Mat Org</i>	<i>Ca Org</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>Al int</i>
Min	16,5	17,5	12,5	4,7	1,3	0,7	0,07	0,5	0,1	0,0	0,5
Prom	31,1	43,0	25,8	4,9	2,3	1,3	0,26	1,5	0,5	0,1	1,9
Max	56,5	65,5	37,1	5,4	3,2	1,9	1,68	2,3	1,4	0,1	3,3
C.V	39%	32%	30%	4%	19%	19%	158%	38%	69%	41%	41%
Paraméto				5 - 5,5	2,5 - 4		0,15 - 0,25	1 - 1,2	0,4 - 0,6		< 1,2

	<i>Cap intercambio cmol(+)/kg</i>		<i>Saturaciones (%)</i>		<i>Nutrimentos (mg/kg)</i>						
	<i>CIC</i>	<i>CICE</i>	<i>Al</i>	<i>Bases</i>	<i>P</i>	<i>B</i>	<i>S</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>
Min	5,2	2,2	14,2	20,6	4,4	0,2	4,8	0,6	1,1	124,2	12,9
Prom	8,1	4,3	46,8	53,2	8,7	0,5	8,5	1,8	2,1	235,8	50,8
Max	13,3	6,5	79,4	85,8	17,2	0,8	14,2	5,4	4,7	648,9	246,8
C.V	26%	27%	37%	33%	47%	35%	29%	62%	42%	67%	115%
Paraméto			< 40		20 - 25	0,4 - 0,5	20 - 30	1,5 - 2			

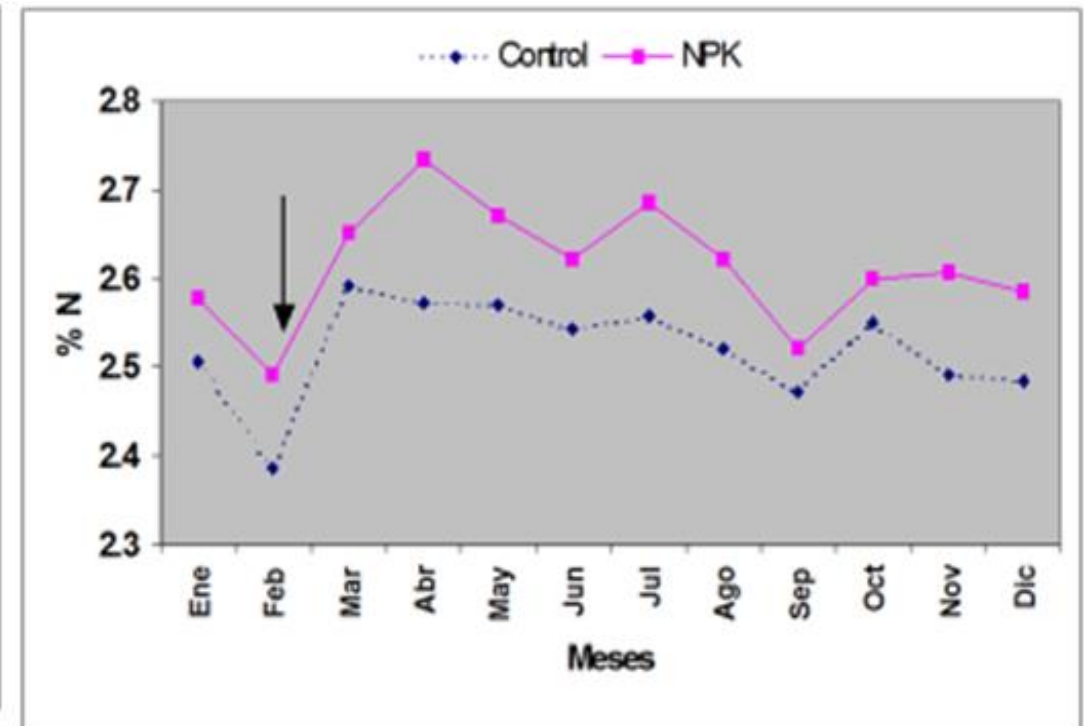
Variabilidad de los contenidos nutricionales con relación a la época de muestreo.

ANTECEDENTES



Fuente: Fostery Chang (1976)

En Malasia se ha registrado:
 Amplia variabilidad dentro del año
 Cierta relación con la variación en rendimiento



Fuente: Teoh, Chew y Soh (1982)

Dos factores determinan la variabilidad estacional:
 La lluvia
 La fertilización

Hay una amplia variabilidad estacional en todos los nutrientes.

La mayoría están en niveles más bajos en época seca.

El inicio de las lluvias aumenta los niveles foliares de nutrientes sensiblemente.

Los aumentos debidos a la fertilización duraron pocos días (30 a 60).

Fuente: Palmeras el Borrego

Variabilidad de los contenidos nutricionales con relación a la época de muestreo.

OBJETIVOS

1. Encontrar la variabilidad a través del tiempo de los diferentes niveles foliares nutricionales.
2. Observar el comportamiento de las relaciones entre los niveles foliares nutricionales, la precipitación la fertilización y la producción.
3. Encontrar similitudes o diferencias entre materiales sembrados con relación a los niveles nutricionales foliares.

Niveles foliares críticos reportados por diferentes autores para palma de aceite (hoja 17)

NUTRIENTE	PALMA JOVENES (< 6 AÑOS)			PALMA MADURAS (≥ 6 AÑOS)		
	DEFICIENTE	OPTIMO	EXCESO	DEFICIENTE	OPTIMO	EXCESO
N (%)	<2.50	2.60-2.80	<3.10	<2.30	2.40-2.80	<3.00
P (%)	<0.15	0.16-0.19	<0.25	<0.14	0.15-0.18	<0.25
K (%)	<1.00	1.10-1.30	>1.80	<0.75	0.90-1.20	>1.60
Mg (%)	<0.20	0.30-0.45	>0.70	<0.20	0.25-0.40	>0.70
Ca (%)	<0.30	0.50-0.70	>0.70	<0.25	0.50-0.75	>1.00
S (%)	<0.20	0.25-0.40	>0.60	<0.20	0.25-0.35	>0.60
Cl (%)	<0.25	0.50-0.70	>1.00	<0.25	0.50-0.70	>1.00
B (Mg Kg ⁻¹)	<8	15-25	>40	<8	15-25	>40
Cu (Mg Kg ⁻¹)	<3	5-8	>15	<3	5-8	>15
Zn (Mg Kg ⁻¹)	<10	12-18	>80	<10	12-18	>80
Fe (Mg Kg ⁻¹)	La deficiencia de Fe se muestra solamente en suelos con alto pH (<50 mg					

Fairhurst et al; 2005

METODOLOGÍA

Muestreo foliar

Guía general para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite (Munévar, Franco-Cenipalma, 1998), Hoy en día el Boletín Técnico No. 37 (Munévar, Franco y Arias-Cenipalma 2017)

24 lotes evaluados durante un periodo comprendido entre los años 2000 y 2018

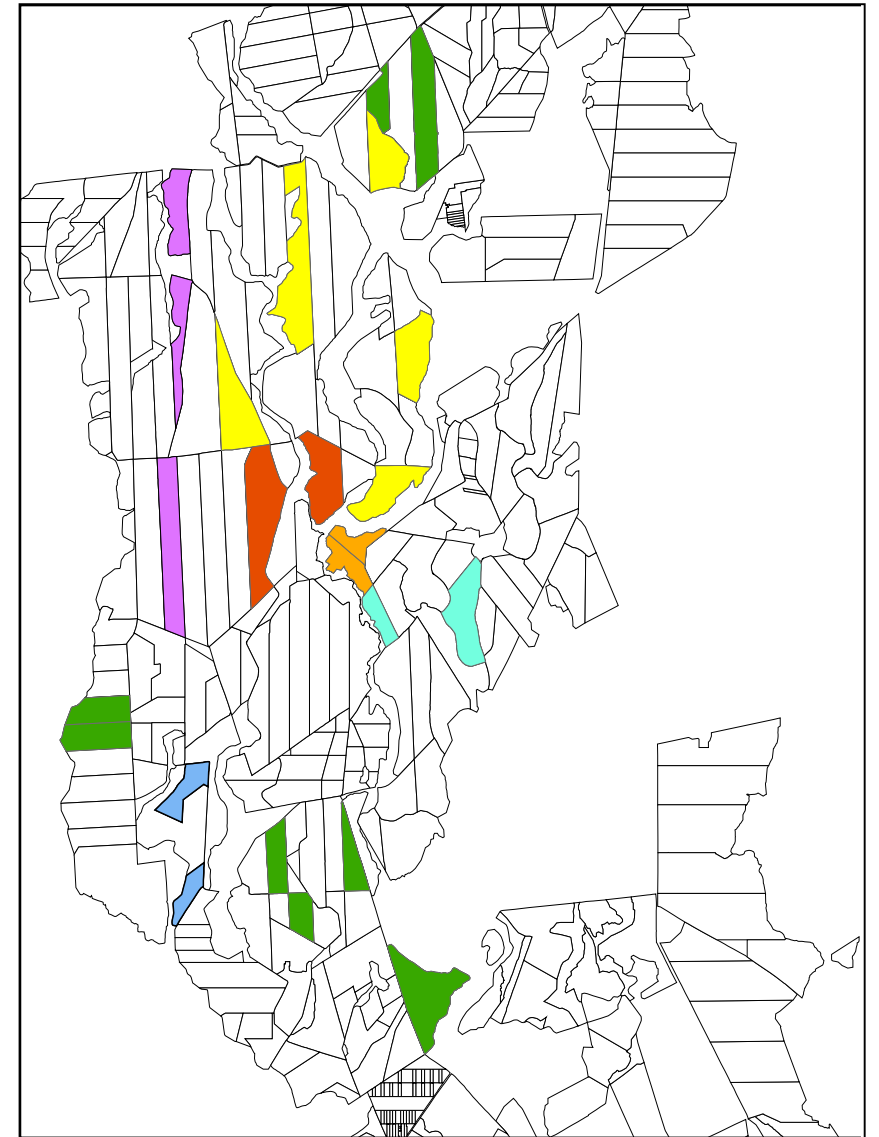
Muestreos mensuales y bimensuales.

Análisis foliar y raquis

El análisis químico se realizó con las metodologías empleadas en el Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos (LAFS) de Cenipalma, la determinación de N, P y B se realizó por Colorimetría, el azufre por turbidimetría y K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn por absorción atómica.

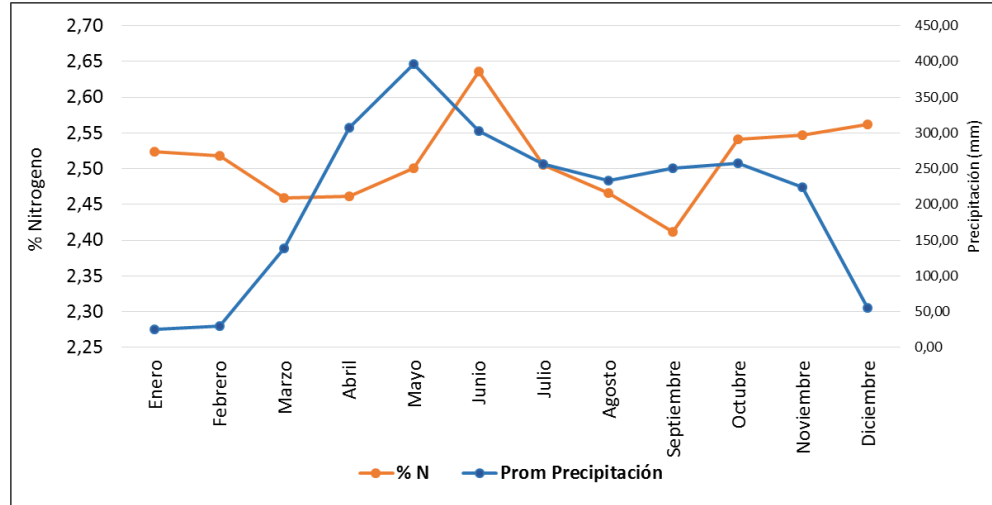
Agrupación de los lotes incluidos en el estudio por edad y materiales de siembra.

GRUPO	MATERIAL	AÑO DE SIEMBRA	FRECUENCIA MUESTREO	LOTE
A	CIRAD	1992	M	B.1-P.5
			M	B.10-P.4
			B	B.1-P.3
			B	B.10-P.5
		1996	M	B.11-P.12
			B	B.11-P.6
		1997	M	B.11-P.12
B	B.11-P.22			
B	ASD	1986-1987	M	B.1-P.2
			M	B.2-P.5
			B	B.3-P.6
			B	B.2-P.1
			B	B.4-P.5
E	HIBRIDO	1998	M	B.11-P.27
			B	B.11-P.26

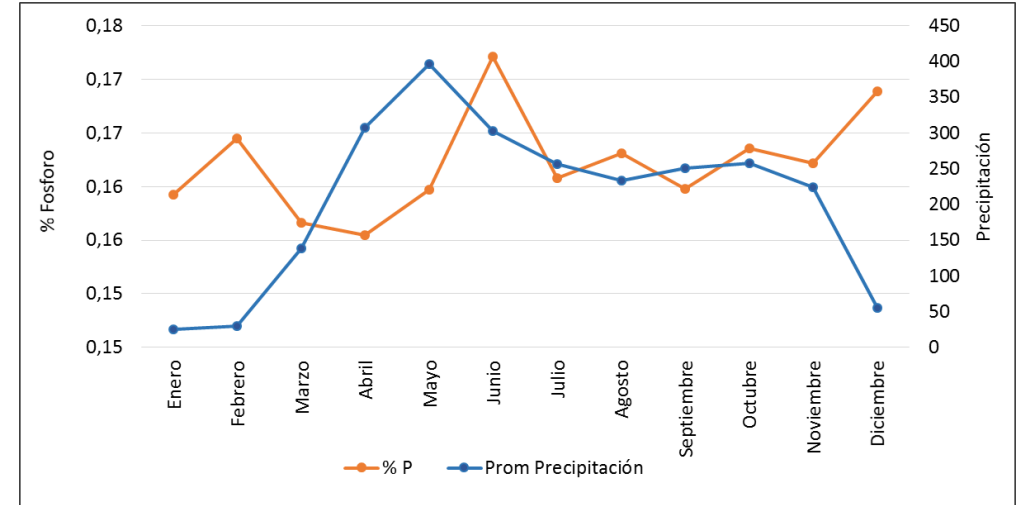


Comportamiento de los niveles de nutrimentos a nivel foliar y la precipitación promedio mensual

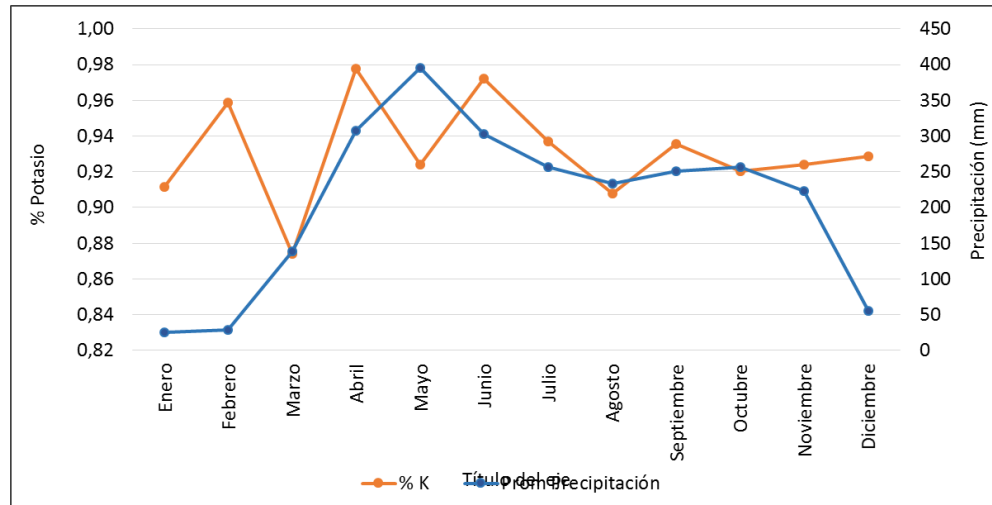
Nitrógeno



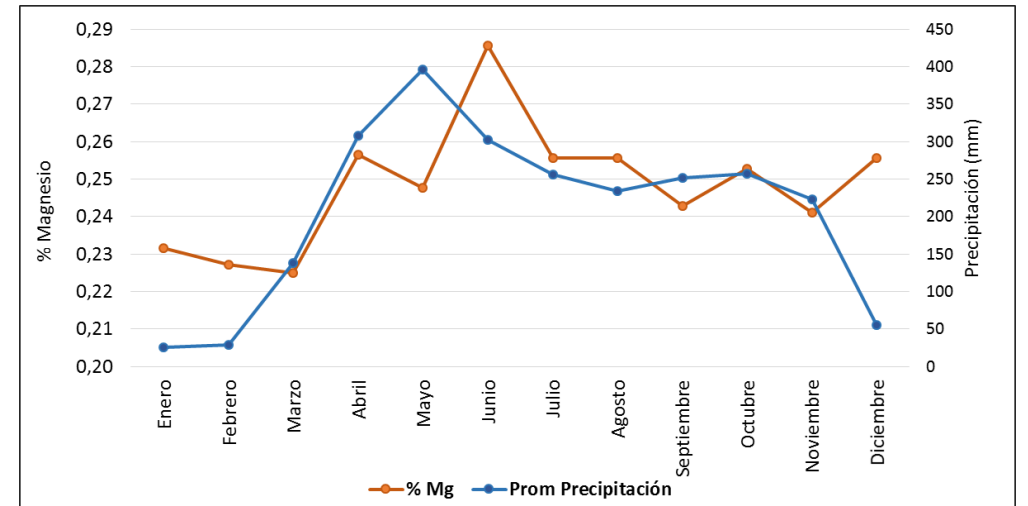
Fosforo



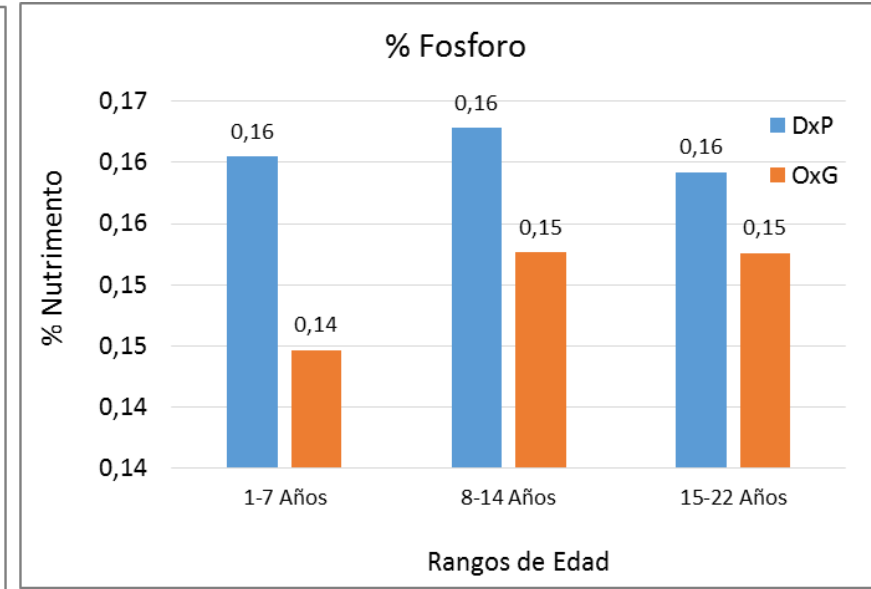
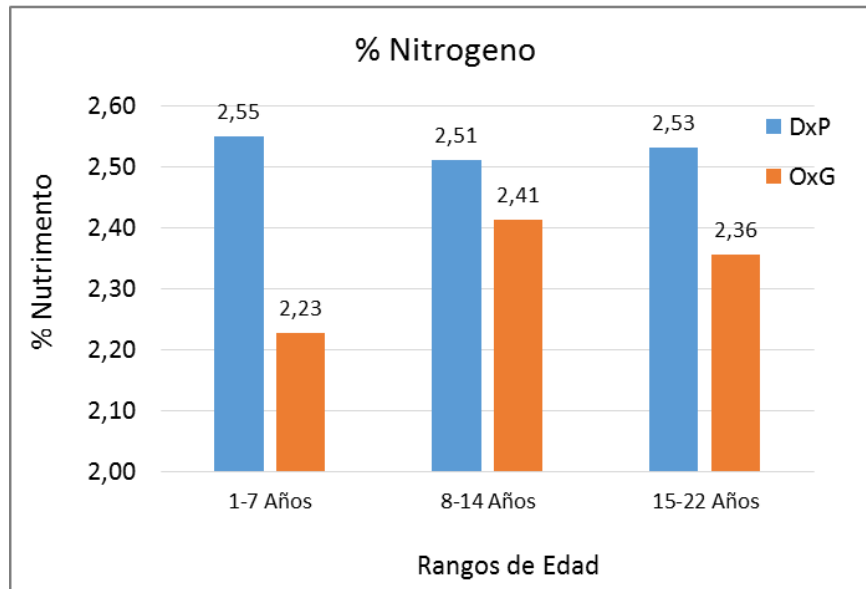
Potasio



Magnesio

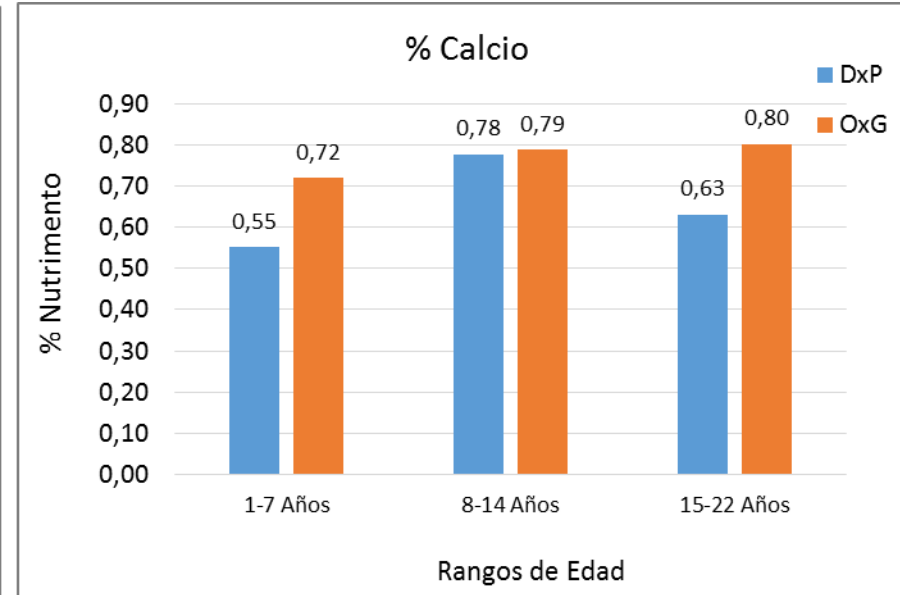
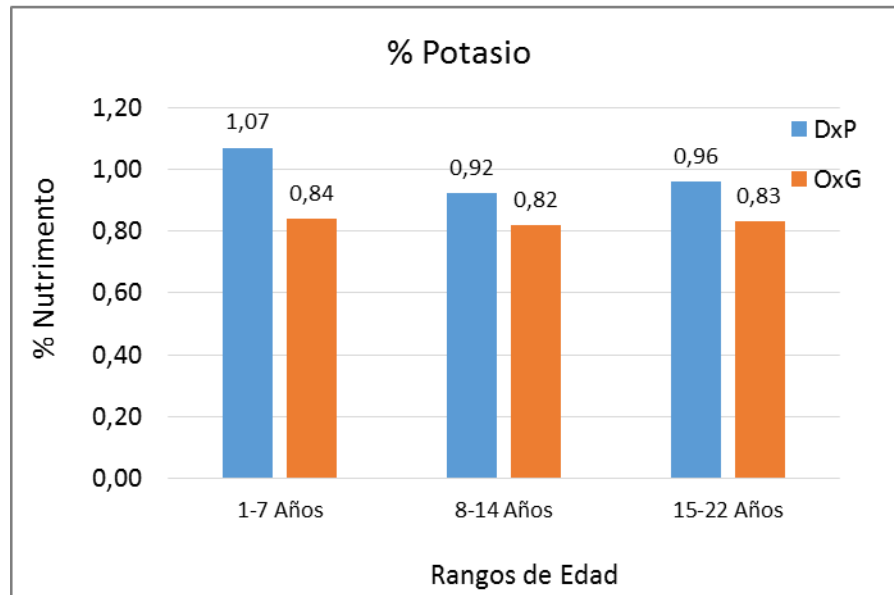


Niveles de nutrimentos a nivel foliar para los materiales DxP y OxG



Material	Estad	1-7 Años					8-14 Años					15-22 Años				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
DxP	Media	2,55	0,16	1,07	0,55	0,18	2,68	0,16	0,92	0,78	0,27	2,53	0,16	0,96	0,63	0,21
	D.E.	0,16	0,01	0,10	0,10	0,03	0,28	0,01	0,14	0,10	0,04	0,16	0,01	0,12	0,08	0,03
OxG	Media	2,23	0,14	0,84	0,72	0,22	2,41	0,15	0,82	0,79	0,23	2,36	0,15	0,83	0,80	0,21
	D.E.	0,12	0,01	0,11	0,10	0,04	0,15	0,01	0,14	0,14	0,04	0,13	0,01	0,13	0,14	0,03
sig		**	**	**	0,54	**	**	**	**	**	0,15	**	**	**	**	0,04

Niveles de nutrimentos a nivel foliar para los materiales DxP y OxG

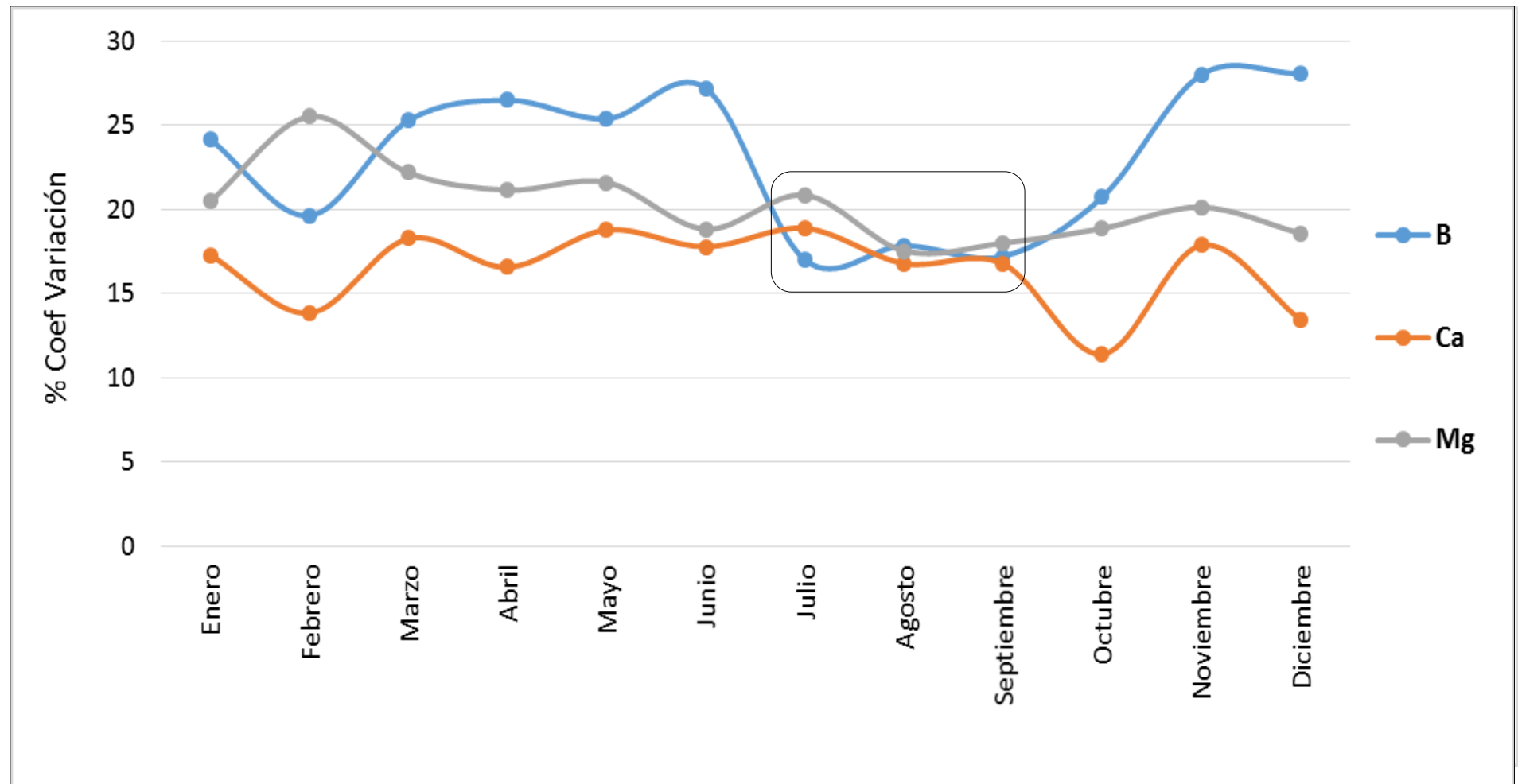


Material	Estad	1-7 Años					8-14 Años					15-22 Años				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
DxP	Media	2,55	0,16	1,07	0,55	0,18	2,68	0,16	0,92	0,78	0,27	2,53	0,16	0,96	0,63	0,21
	D.E.	0,16	0,01	0,10	0,10	0,03	0,28	0,01	0,14	0,10	0,04	0,16	0,01	0,12	0,08	0,03
OxG	Media	2,23	0,14	0,84	0,72	0,22	2,41	0,15	0,82	0,79	0,23	2,36	0,15	0,83	0,80	0,21
	D.E.	0,12	0,01	0,11	0,10	0,04	0,15	0,01	0,14	0,14	0,04	0,13	0,01	0,13	0,14	0,03
sig		**	**	**	0,54	**	**	**	**	**	0,15	**	**	**	**	0,04

Niveles de nutrimentos a nivel foliar por Materiales y rangos de edad

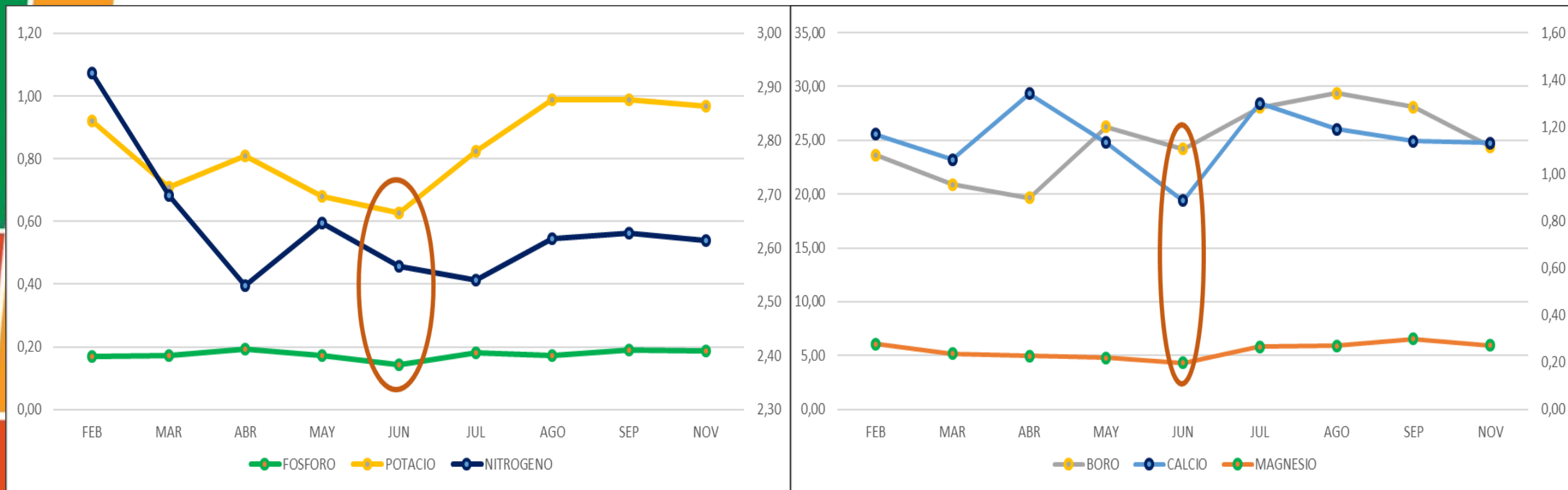
			Edad cultivo (años)									
ORIGEN	MATERIAL	SIEMBRA	1 a 7					8 a 14				
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
IRHO	DxP	1992-1997	2,65	0,17	0,95	0,93	0,23	2,56	0,16	0,94	0,82	0,23
OXG	OxG	1998	2,60	0,16	0,87	0,80	0,30	2,32	0,15	0,85	0,78	0,20
ASD	DxP	1986-1988						2,43	0,17	0,98	0,79	0,28
			Edad cultivo (años)									
ORIGEN	MATERIAL	SIEMBRA	15 a 23					>23				
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
IRHO	DxP	1992-1997	2,50	0,16	0,90	0,73	0,22	2,53	0,16	0,93	0,69	0,19
OXG	OxG	1998	2,28	1,15	0,88	0,79	0,19					
ASD	DxP	1986-1989	2,58	1,17	0,96	0,75	0,28	2,23	0,15	0,86	0,70	0,25

Variación de los niveles de nutrimentos a nivel foliar



Nutrimentos con mucha variabilidad muestrearlos más frecuentemente

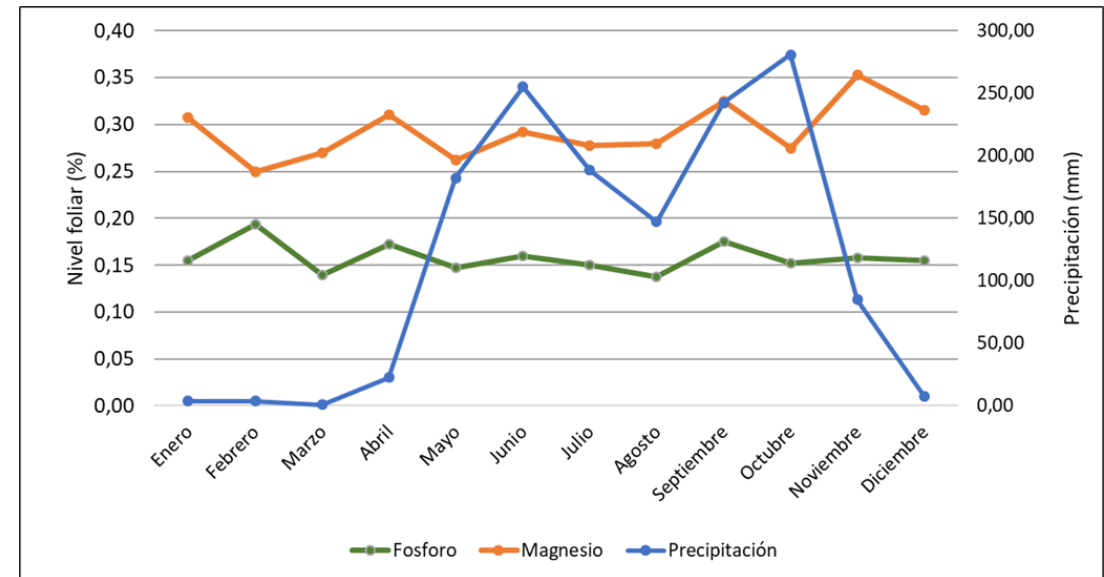
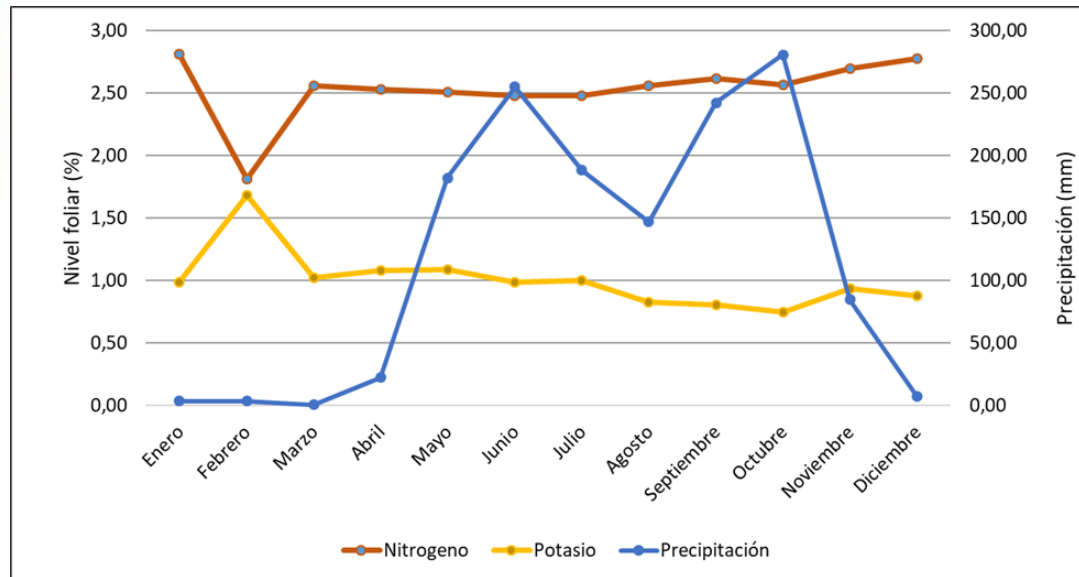
Variación de los niveles de nutrimentos a nivel foliar



Fuente: Unipalma - Peten

Nutrimentos con mucha variabilidad muestrearlos más frecuentemente

Variación de los niveles de nutrientes a nivel foliar

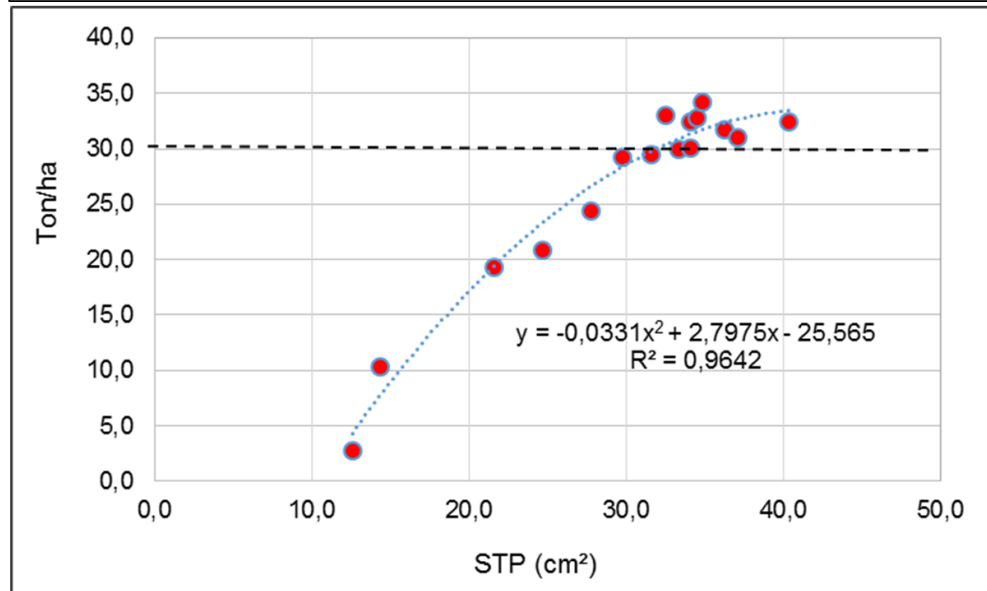
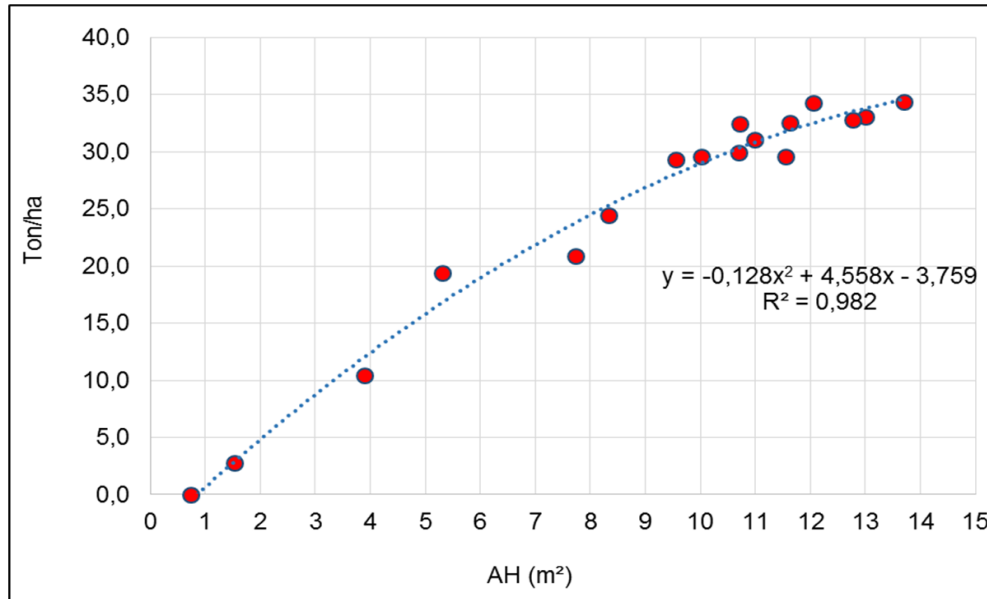


Fuente: Las Palmas – La Gomera

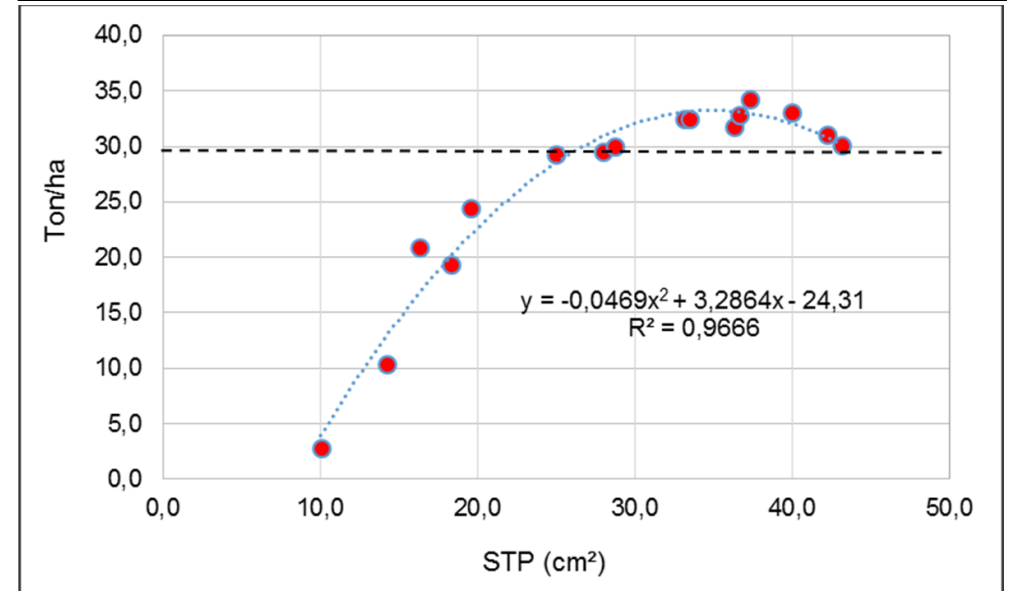
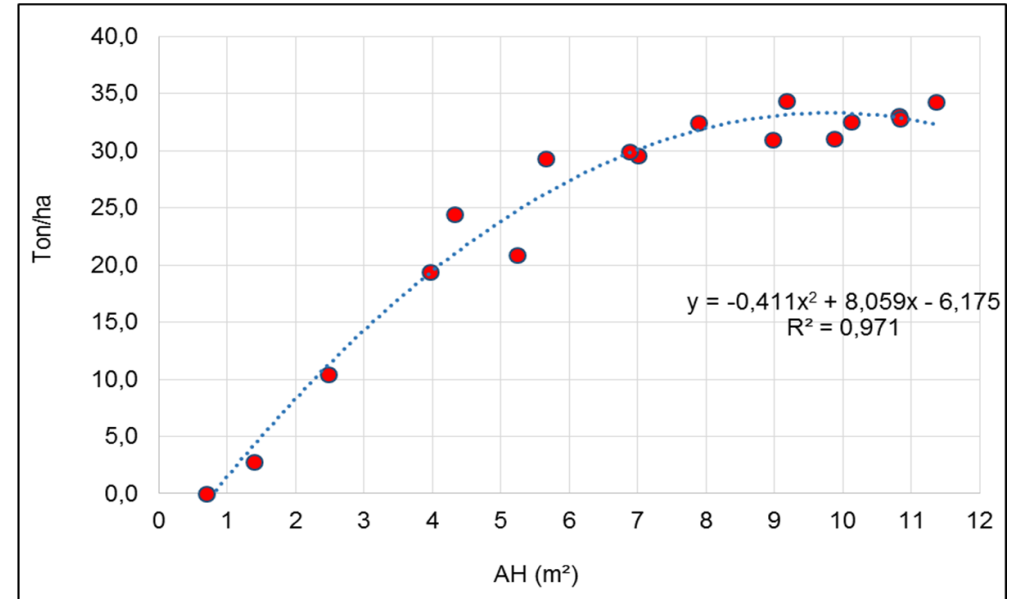
Nutrientes con mucha variabilidad muestrearlos más frecuentemente

Relación del área de la hoja (m²). La sección transversal del peciolo (STP) y la producción ton/ha/año

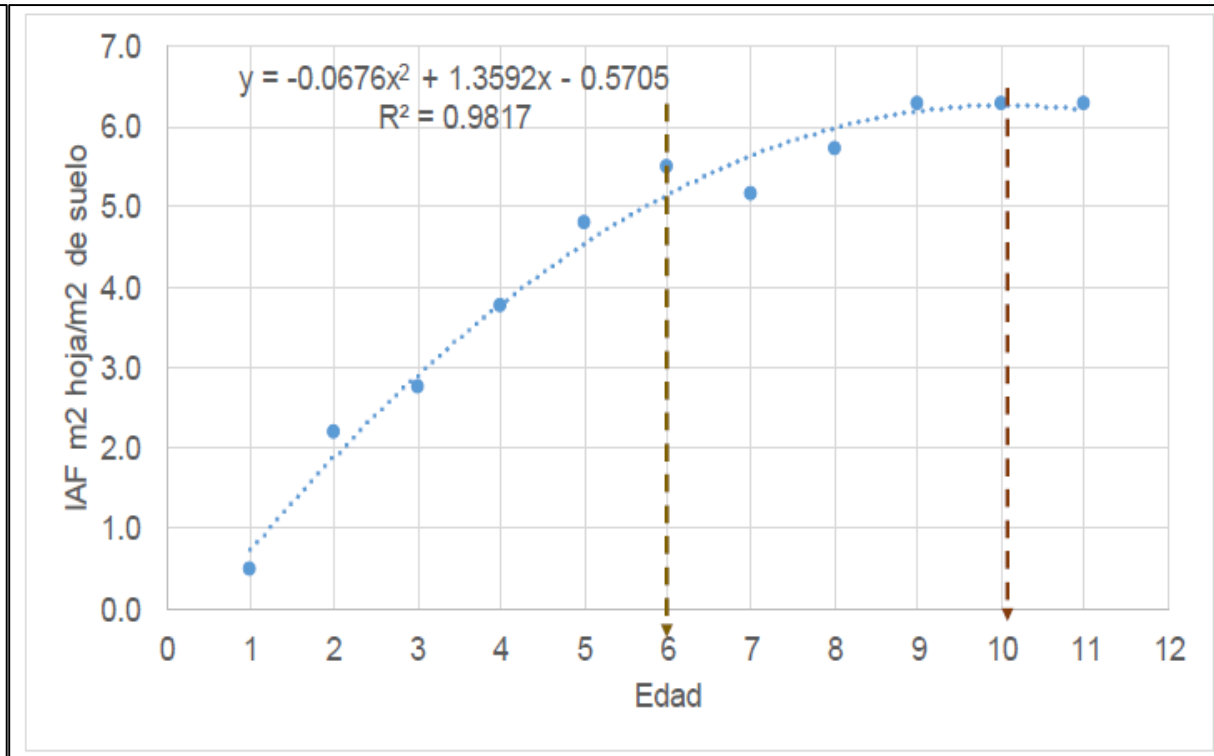
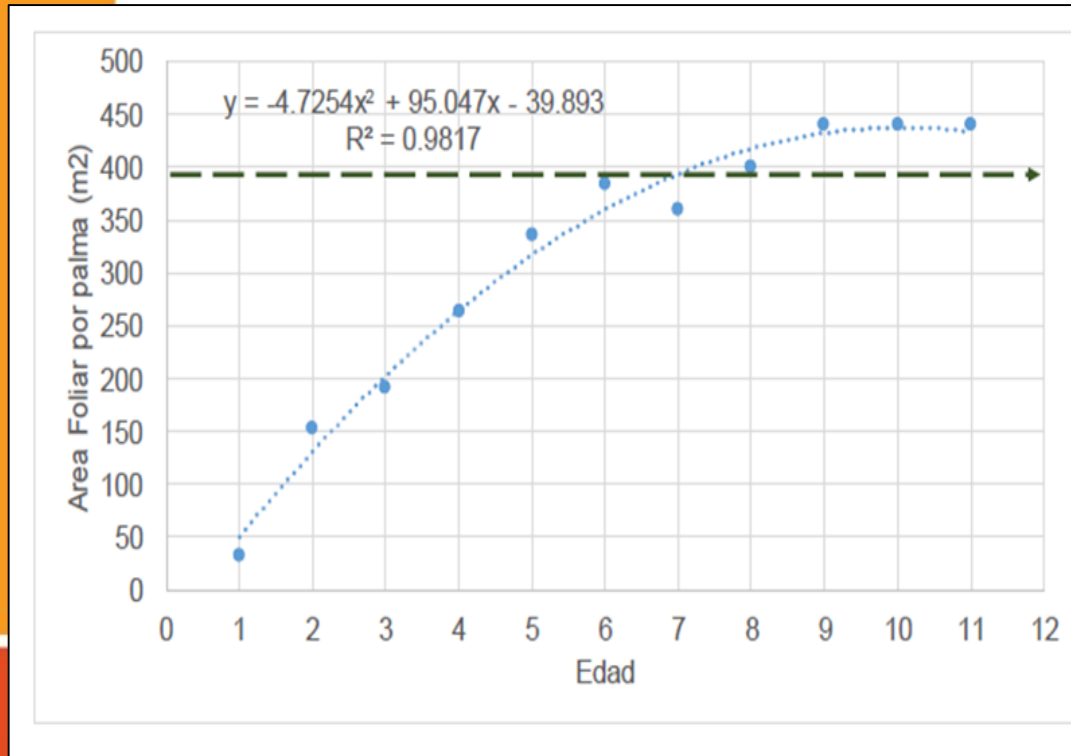
a. Material OxG



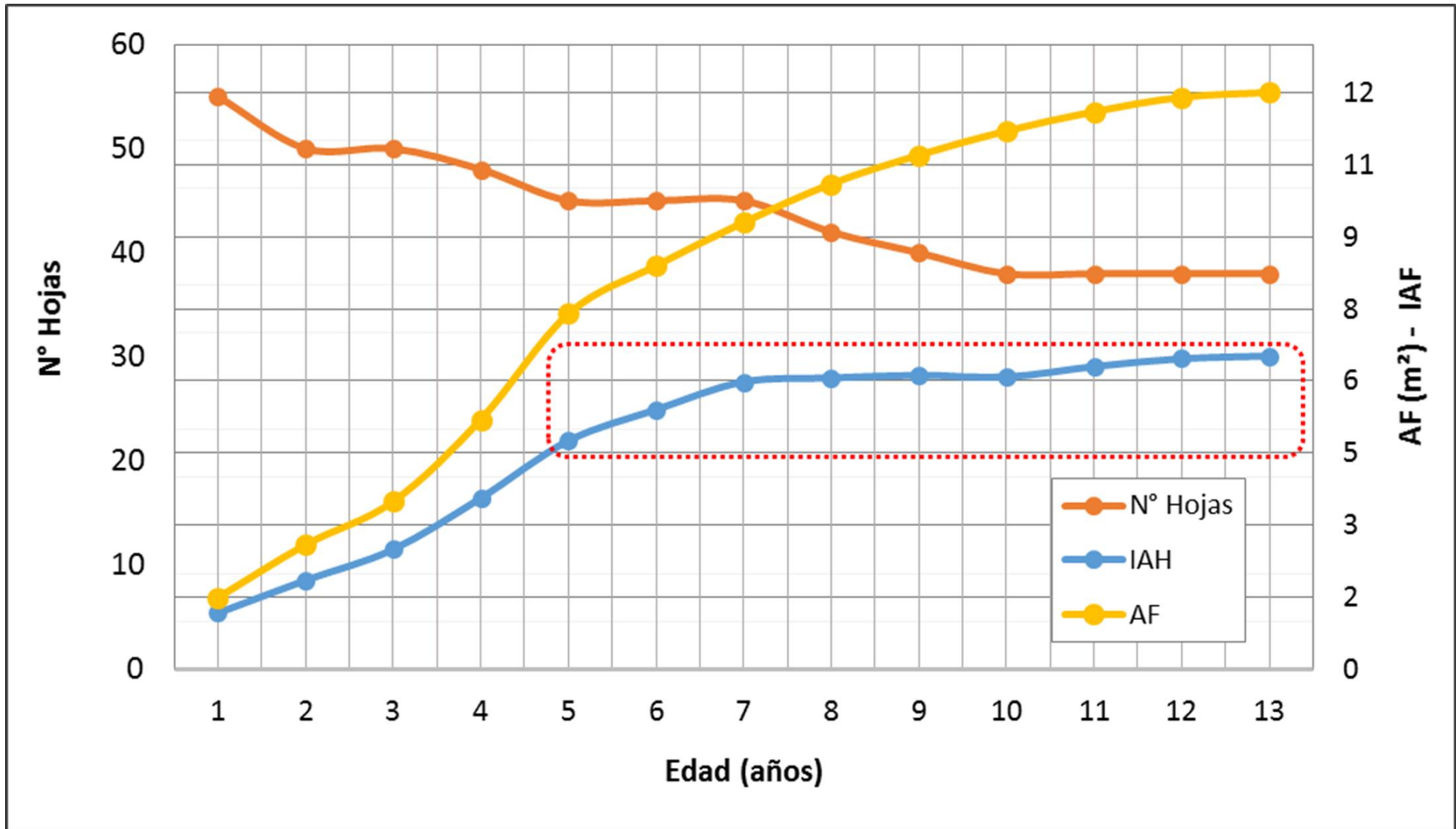
b. Material DxP



Interacción de las variables de crecimiento con la edad del cultivo



Interacción de las variables de crecimiento con la edad del cultivo.

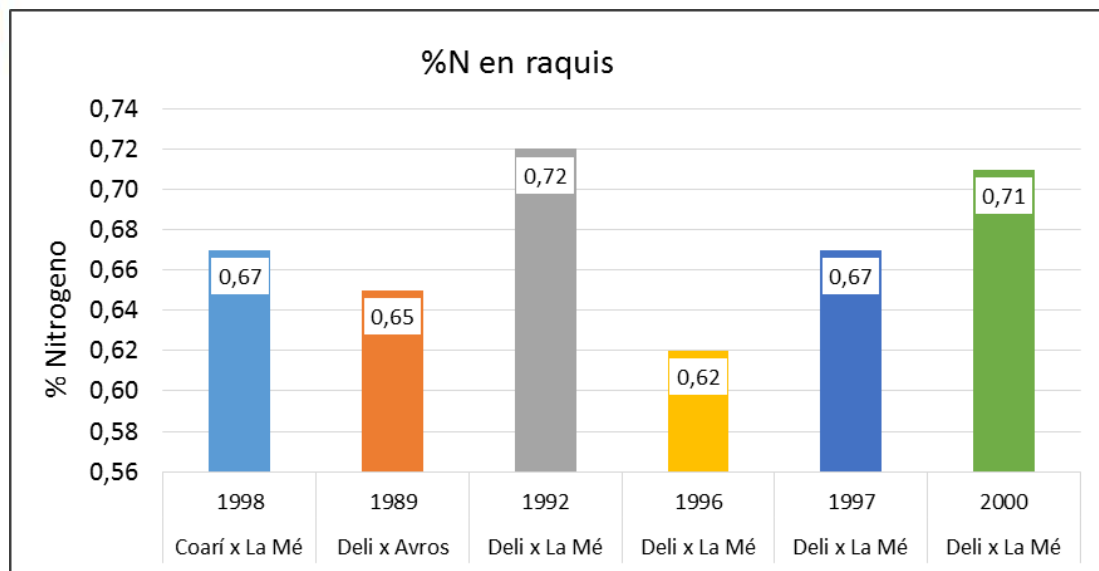


Comparación de las variables entre materiales D×P y O×G

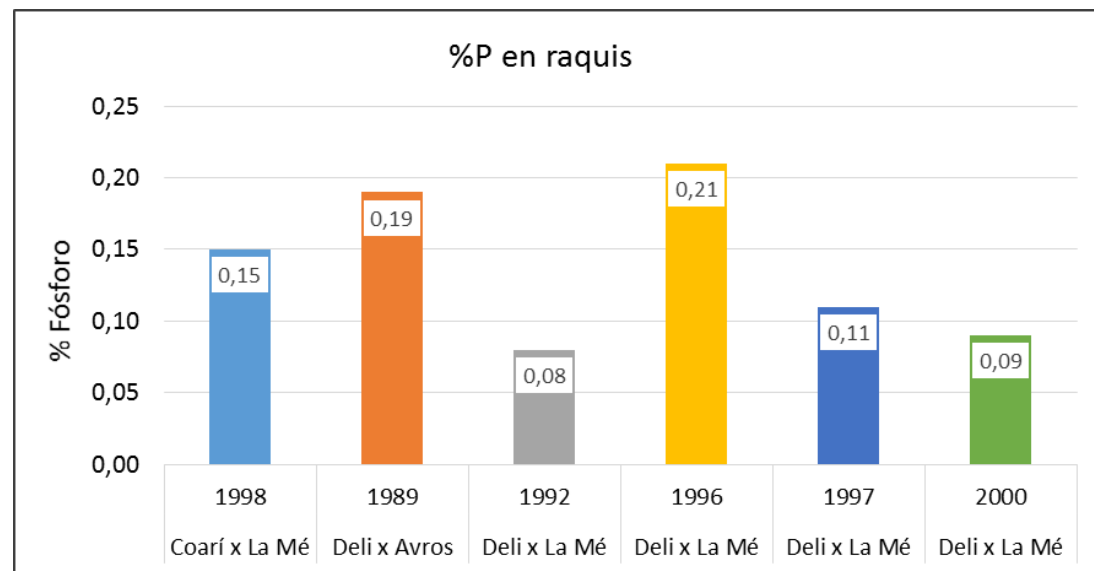
MATERIAL	EDAD	AH	PSH	LR	N	P	K	Ca	Mg	B	NH	PH	KH	CaH	MgH	BH
		mt ²	kg	cm	%							gr				
IRHO (DxP)	4-7	5,36	2,26	414	2,58	0,16	0,84	0,86	0,24	12,14	58,03	3,58	18,82	19,45	5,31	0,03
	8-12	6,99	2,74	456	2,28	0,15	0,78	0,75	0,21	14,12	62,21	4,20	21,97	21,17	5,75	0,04
	13-16	11,35	3,66	551	2,34	0,16	0,80	0,69	0,16	13,41	85,57	5,75	28,77	25,53	5,78	0,05
ALTO OLEICO (OxG)	4-7	7,52	2,27	448	2,44	0,16	0,85	0,70	0,19	15,30	55,32	3,72	19,61	16,12	4,55	0,03
	8-12	10,49	3,36	562	2,39	0,16	0,86	0,59	0,18	15,41	78,68	5,20	29,45	19,15	5,92	0,05
	13-16	13,37	3,97	609	2,42	0,16	0,87	0,58	0,20	15,66	96,48	6,52	34,45	23,41	7,88	0,06

- Se encontró diferencias significativas entre los materiales y edades para las variables de crecimiento.
- No se encontraron diferencias significativas para los nutrientes expresados en %. Sin embargo, cuando se contrastan los contenidos en la hoja 17, las diferencias son contrastantes.

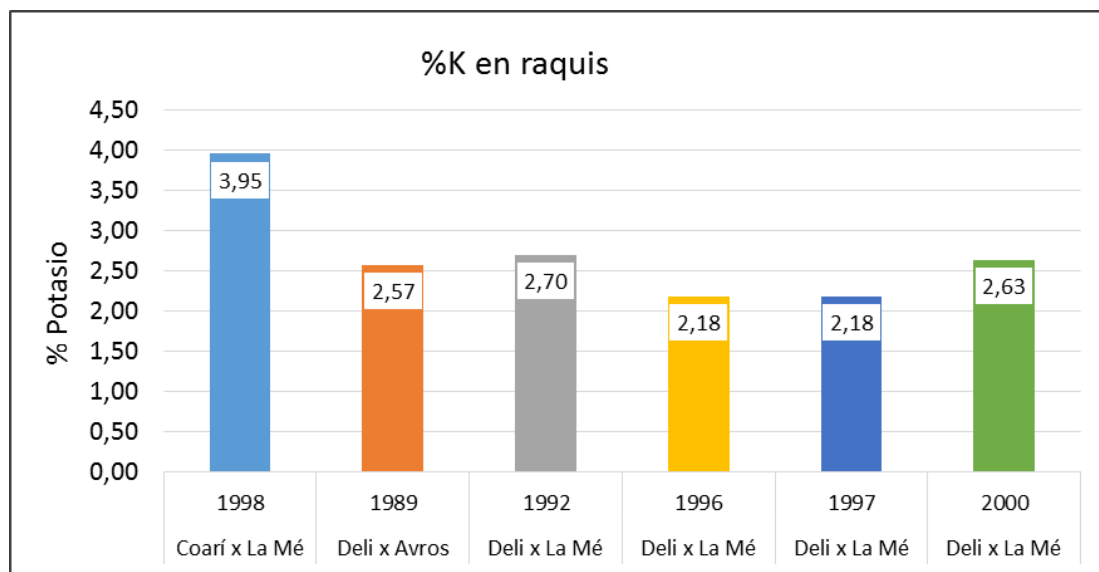
% N en raquis



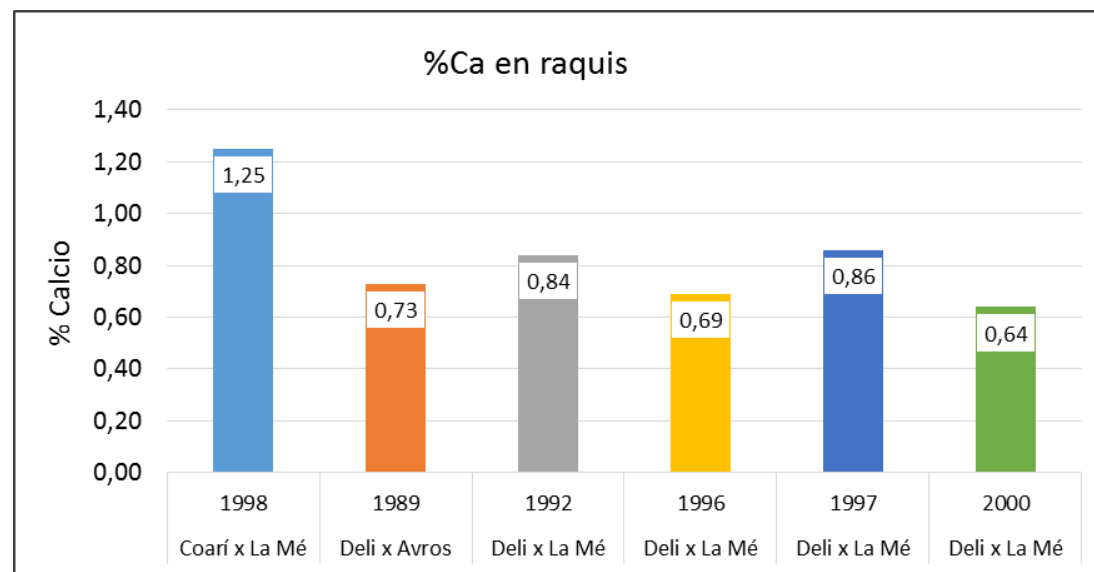
% P en raquis



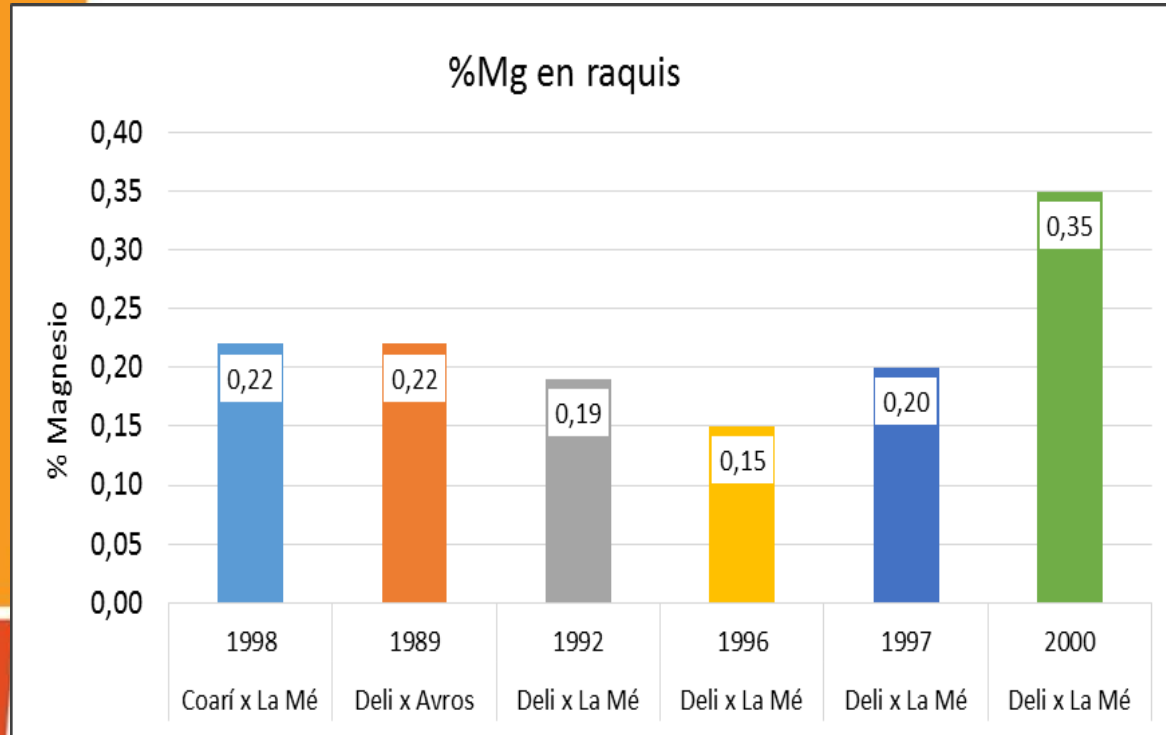
% K en raquis



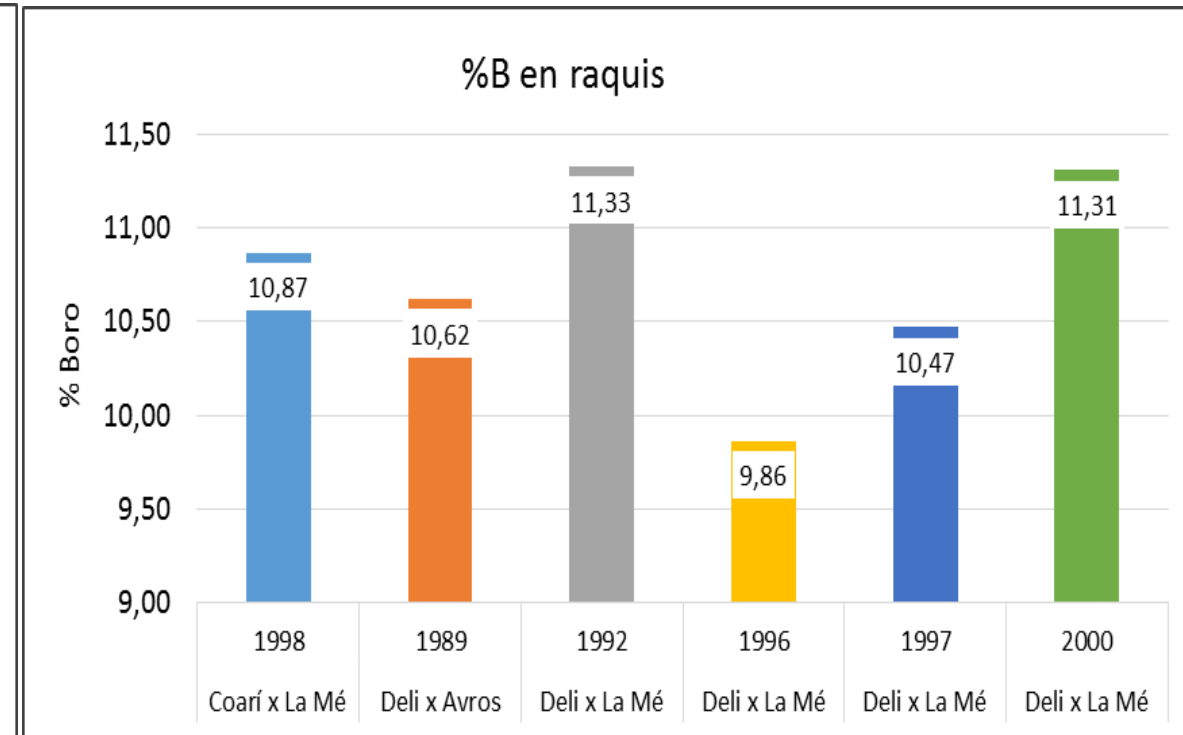
% Ca en raquis



% Mg en raquis



%B en raquis



Contraste de los valores promedios de los niveles de nutrientes en foliolos, raquis y variables de crecimiento en los materiales DxP y OxG. Siembra 1998

Materiales	Estad	Folios						Ráquis						Variables Crecimiento			
		N	P	K	Ca	Mg	B	N	P	K	Ca	Mg	B	STP	PSH	AH	IAF
		%						mg/kg						cm ²	kg	m ²	/
DxP	Media	2,55	0,16	0,92	0,61	0,18	13,73	0,40	0,14	2,95	0,5	0,12	11,05	35,17	3,8	8,55	3,92
	D.E.	0,15	0,01	0,1	0,13	0,04	3,19	0,05	0,03	0,42	0,14	0,02	3,11	6,04	0,62	1,34	0,69
	CV	5,76	5,65	11,06	21,06	20,21	23,25	11,4	20,78	14,34	28,98	20,47	28,11	17,17	16,24	15,69	17,53
OxG	Media	2,33	0,14	0,75	0,75	0,18	15,3	0,41	0,18	3,47	0,82	0,1	10,87	33,9	3,67	10,69	4,23
	D.E.	0,16	0,01	0,11	0,14	0,03	3,35	0,05	0,05	0,53	0,23	0,02	3,02	5,59	0,57	1,62	1,02
	CV	6,92	6,7	14,92	19,34	15,82	21,88	11,89	25,77	15,33	27,64	24,87	27,73	16,5	15,57	15,16	24,11
		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,9127	0,0054	0,2332	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,7727	0,1931	0,1946	<0,0001	0,0293

Los dos cultivares de palma ténera (DxP) e híbrido (OxG) muestran los valores promedios generales, que para la mayoría de nutrientes tanto en raquis como en foliolos se presentan diferencias significativas; para obtener incrementos en la producción es importante generar aumento en el peso del racimo el cual esta directamente relacionado con la concentración de los nutrientes en el follaje y las reservar en el raquis con base en la materia seca de la palma.

Dosis N-P-K-Mg- Si-B (kg) aplicados y Producción (Ton/Ha) Siembra 2.000 Material DxP

BLOQUE	Variables	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Prom
B.15	Producción	29,3	34,3	31,7	34,5	31,1	31,9	28,1	31,6
B.15	Dosis N-P-K-Mg	6,4	6,6	6,8	6,3	5,1	8,4	8,2	6,8
B.16	Producción	21,7	14,2	16,7	13,0	19,7	28,8	24,4	19,8
B.16	Dosis N-P-K-Mg	6,8	4,4	6,2	6,0	4,3	6,4	5,9	5,7
B.17	Producción	27,0	27,6	26,0	29,1	24,6	27,6	26,5	26,9
B.17	Dosis N-P-K-Mg	6,8	6,1	6,6	7,0	6,7	8,1	7,8	7,0

Relación de producto N-P-K-Mg-Si-B (kg) y Producción Ton/ha

BLOQUES	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Prom
B.15	31,2	31,6	35,2	30,1	28,2	42,3	47,0	35,1
B.16	44,6	44,4	52,9	66,1	31,4	31,9	34,9	43,7
B.17	36,2	31,7	36,5	34,5	39,0	41,7	42,0	37,4

Niveles de elementos en la hoja 9

Valor promedio de los diferentes elementos tanto en palma *ténera* como híbridos, en la hoja nueve (n = 25).

Material Estadístico		N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Cu	Fe	Mn
		H9 (%)					H9 (mg/kg)				
D x P	Media	2.66	0.17	0.93	0.84	0.34	14.7	19.6	7.7	98.3	796.6
	DS	0.25	0.01	0.16	0.13	0.04	2.44	3.63	1.41	45.39	149.29
	CV	9.47	7.86	17.49	15.09	11.67	16.53	18.58	18.30	46.16	18.74
	Min.	2.06	0.14	0.65	0.60	0.28	10.36	12.50	6.11	41.82	279.00
	Max.	2.97	0.19	1.29	1.08	0.42	19.10	28.70	12.50	300.00	1015.80
O x G	Media	2.37	0.15	0.74	0.85	0.30	16.4	16.1	7.3	90.5	718.8
	DS	0.11	0.02	0.12	0.11	0.04	3.35	3.41	0.98	38.99	149.71
	CV	4.59	10.22	15.94	12.91	12.02	20.39	21.16	13.37	43.08	20.83
	Min.	2.06	0.13	0.51	0.69	0.24	9.99	12.38	4.94	42.50	283.00
	Max.	2.51	0.19	0.96	1.11	0.38	24.20	28.18	9.26	260.00	939.20
Valor P (t-student)		0.0000	0.0003	0.0000	0.0500	0.0000	0.0037	0.0002	0.0211	0.0520	0.0030
Error estandar		0.0416	0.0003	0.0303	0.0224	0.0764	0.5632	0.7397	0.1657	3.1489	25.3300

Niveles de elementos H17

Valor promedio de los diferentes elementos tanto en palma *ténera* como híbridos, en la hoja diecisiete (n = 7).

Material Estadístico		N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Cu	Fe	Mn
		H17 (%)					H17 (mg/kg)				
D x P	Media	2.68	0.16	0.88	0.71	0.31	15.7	16.3	6.0	111.5	808.7
	DS	0.17	0.01	0.22	0.06	0.02	4.98	1.68	0.80	68.06	65.41
	CV	6.18	5.10	25.27	8.77	6.80	31.67	10.30	13.22	61.05	8.09
	Min.	2.49	0.15	0.56	0.61	0.28	10.20	14.50	4.93	69.00	742.00
	Max.	2.93	0.17	1.23	0.77	0.33	23.00	18.90	6.88	249.00	895.00
O x G	Media	2.51	0.16	0.72	0.87	0.22	17.8	14.6	5.7	111.1	591.0
	DS	0.12	0.01	0.09	0.08	0.04	3.18	1.48	0.96	52.42	212.48
	CV	4.60	4.80	12.15	8.99	16.67	17.87	10.20	16.84	47.17	35.95
	Min.	2.35	0.15	0.64	0.76	0.18	14.90	13.00	4.58	64.80	339.00
	Max.	2.63	0.17	0.87	0.94	0.28	23.50	17.40	6.72	210.00	792.00
Valor P (t-student)	0.0626	0.2031	0.1859	0.0007	0.0006	0.4179	0.1692	0.0259	0.9735	0.0780	
Error estandar	0.069	0.003	0.110	0.021	0.011	2.380	1.090	0.112	10.503	98.449	

CONCLUSIONES

Existe variabilidad temporal de los niveles foliares.

En la variabilidad influyeron la distribución de las lluvias y la fertilización.

Los parámetros foliares más asociados con el rendimiento fueron: $(Ca+Mg)/K$, Mn, K, P y Mg.

Hay una variabilidad constante de los niveles foliares en los diferentes materiales de siembra y su edad.

La utilización periódica de los análisis foliares y los ajustes en la fertilización contribuyen a lograr una productividad sostenible.

Los procedimientos de análisis de datos y de despliegue de los mismos, usados en un estudio, facilitan la identificación de los factores nutricionales más limitantes de la producción en una plantación específica.

Consideración

El proceso de la nutrición del cultivo de palma, implica establecer un balance de los contenidos de nutrimentos en el suelo, en los foliolos y en el raquis que sea equilibrada, ajustándola teniendo en cuenta el nivel faltante por materia seca y por potencial productivo, que sea oportuna entre la oferta y demanda de los nutrimentos involucrando las ventanas de aplicación que nos permite el régimen de lluvias en cada sitio en específico.

“Ya que no podemos cambiar la realidad cambiemos los ojos con que vemos la realidad”

Nikos Kazantzakis

Gracias